



## *Le petit cycle de l'eau*

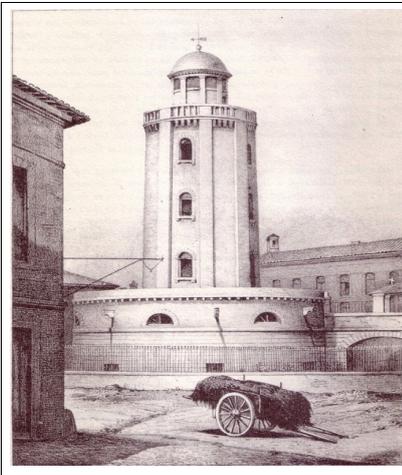
### *De la rivière au robinet, du robinet à la rivière*

*Michel Sarrailh*

Dès la création des villes, la question de l'alimentation en eau s'est posée, solutionnée dès la période gallo-romaine par la construction d'aqueducs. En effet les sources locales peuvent devenir insuffisantes et les puits sont souvent corrompus par les infiltrations, l'absence de réseau d'égouts ne faisant que renforcer ce cercle vicieux. Pour la majorité de la population, il y a soit la fontaine publique, soit l'eau directement puisée aux fleuves, aux rivières et aux puits.

Ainsi, vers 1750, 2 000 porteurs d'eau à Paris formaient une corporation puissante. L'eau de la Seine fournissait alors à la capitale l'essentiel de sa consommation, une eau peu propre à l'alimentation humaine, cause de nombreuses épidémies notamment de gastro-entérite.

Au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle, la généralisation de la machine à vapeur rend possible la réalisation de réseaux d'adduction sous pression desservant les logements individuels. Les systèmes de filtration lente sur sable à grande échelle sont utilisés à Paris, Marseille, Lyon et Toulouse et sont complétés par la décantation et la coagulation, ce qui va permettre d'améliorer sensiblement la qualité de l'eau distribuée. Mais ces seuls traitements physiques n'éliminent pas toutes les bactéries, même si les épidémies reculent.



La première pierre du château d'eau de Toulouse date de 1823. Les filtres sont établis dans le banc d'alluvions composé de graviers et de sable, en contrebas du cours Dillon. Dès 1825, l'eau était distribuée dans la ville grâce à des fontaines, le réseau fut achevé en 1828.

À partir de 1880, l'essor de la microbiologie, sous l'impulsion de Pasteur, Koch (tuberculose) et Eberth (typhoïde), ouvre une nouvelle ère dans l'approche de l'alimentation en eau potable. La corrélation entre eau de mauvaise qualité, contaminée par les microbes et épidémies, est démontrée : « Nous buvons 90% de nos maladies ».

Il faut attendre la fin du 19<sup>ème</sup> siècle pour que les filtres éliminent les microbes grâce aux travaux de l'Institut Pasteur. L'histoire du traitement de l'eau potable va dès lors s'accélérer, sous l'effet conjugué de besoins plus importants et, surtout, des progrès de la chimie.

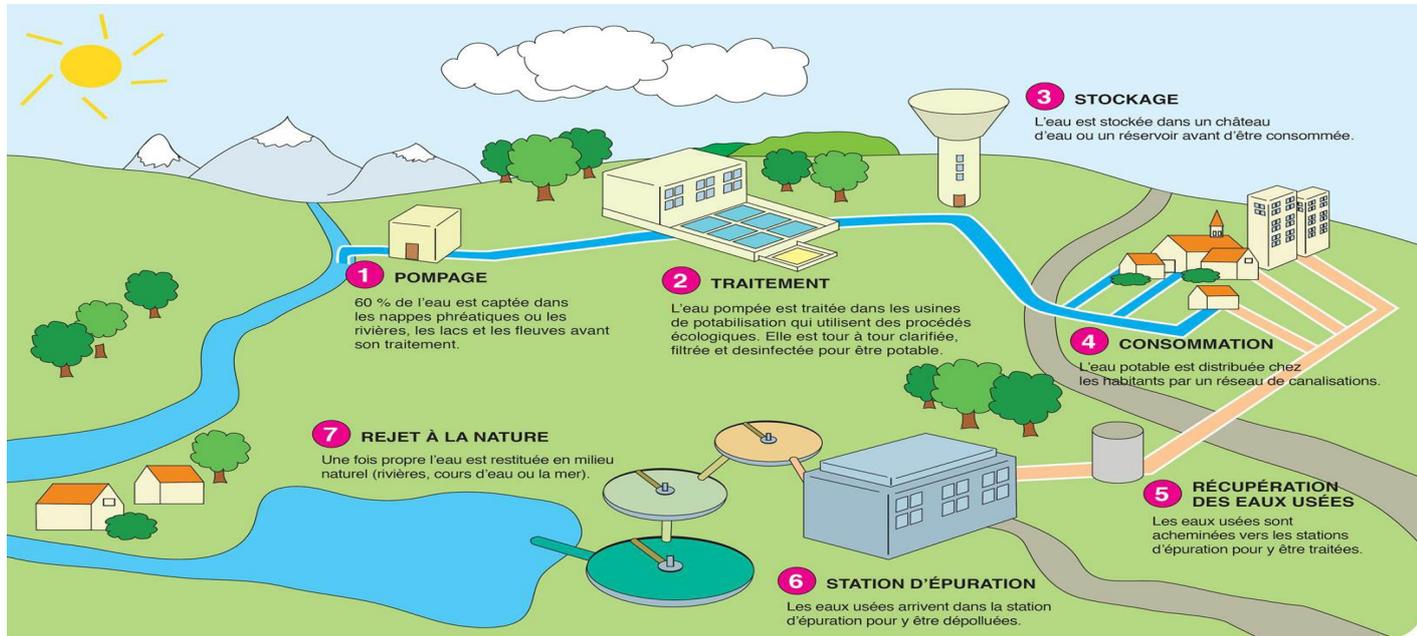
Au début du 20<sup>ème</sup> siècle, les traitements chimiques apparaissent. De nombreux produits sont essayés notamment l'ozone et le chlore. L'emploi du chlore se généralise après la première guerre mondiale de 1914/1918.

En 1930, seulement 23% des communes disposent d'un réseau de distribution d'eau potable à domicile. En 1945, 70% des communes rurales ne sont toujours pas desservies.

Il faut attendre la fin des années 1980 pour que la quasi-totalité des Français bénéficient de l'eau courante à domicile.

## De la rivière au robinet, du robinet à la rivière

Le schéma qui suit illustre le cheminement de l'eau depuis la station de pompage vers l'usine de potabilisation, puis vers le stockage temporaire dans un château d'eau avant distribution. Les eaux usées rejoignent ensuite une station d'épuration (STEP) avant rejet dans la rivière.



## → Le cycle domestique de l'eau



Les différentes étapes pour produire de l'eau potable sont les suivantes :

1) **CAPTAGE** pour l'usine de potabilisation.

2) Passage à travers des grilles pour arrêter les corps flottants et les gros déchets.

3) **FILTRAGE** plus fin destiné à arrêter les déchets plus petits, sable, plancton...

4) **FLOCCULATION – DÉCANTATION** avec un produit coagulant pour regrouper les impuretés et éliminer 90% des matières en suspension. La flocculation par sels d'alumine sera remplacée prochainement par du chlorure ferrique.

5) **FILTRATION**

Filtrage des particules en suspension invisibles, mais encore présentes, réalisé sur des matériaux classiques (sable) ou adsorbants (charbon actifs en grain ou en poudre).

Certaines installations utilisent des membranes capables de filtrer les particules d'une taille infime (microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration).

6) **DÉSINFECTION – OZONATION**

Neutralisation de virus et bactéries pathogènes puis injection d'ozone (gaz). Parfois, on utilise les ultraviolets.

7) **TRAITEMENT SPÉCIFIQUE**

Adsorption sur charbon actif. Traitement d'affinage permettant d'éliminer les matières organiques et améliorant les qualités organoleptiques de l'eau (saveur, odeur, limpidité).

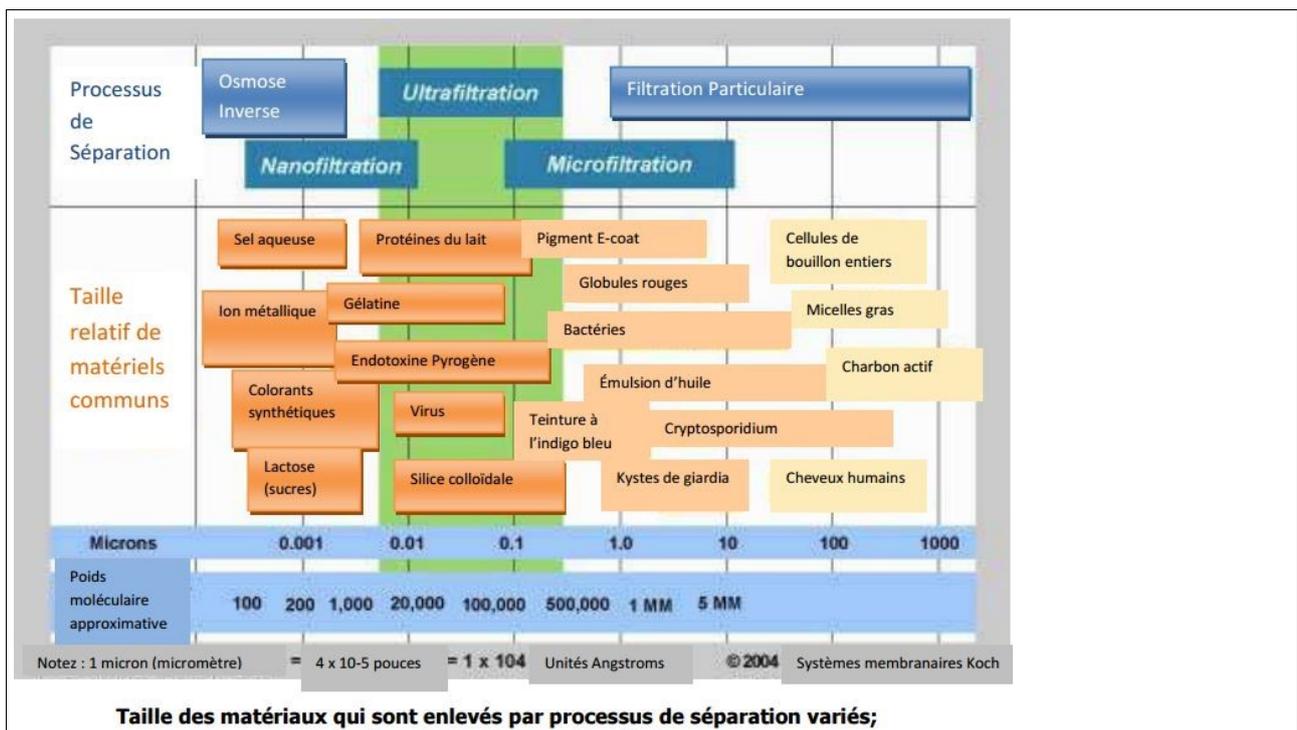
## 8) CHLORATION

Ajout de chlore pour préserver la qualité de l'eau tout au long de son parcours dans les canalisations jusqu'aux robinets.

## 9) STOCKAGE

Une fois rendue potable, l'eau est envoyée dans des réservoirs où elle est stockée avant d'être acheminée par un réseau de canalisations souterraines dans les habitations.

Les usines de Toulouse Métropole font appel au charbon actif, qui adsorbe la plupart des molécules organiques (notamment celles donnant du goût ou de l'odeur) et la plus grande part des hydrocarbures et des pesticides...).



Une technique alternative peut être utilisée, l'osmose inverse dite basse pression (5 bars), car dans les usines de désalinisation on a besoin de pressions de 50 à 80 bars. Elle fait appel à des membranes poreuses extrêmement fines.

Cette technique permet une filtration ultra-fine de l'eau, permettant de la débarrasser des micropolluants et des matières organiques. Mais elle nécessite une plus grande consommation d'énergie et d'eau pour le nettoyage des filtres. Elle permet de réduire fortement la teneur en calcaire de l'eau. Elle a été adoptée par le Syndicat de l'Eau en Île-de-France (SEDIF).

Plus d'infos :

Eau en provenance de la Garonne :

[https://www.eaudetoulousemetropole.fr/sites/g/files/dvc2771/files/document/2022/01/Plaquettes%20usines%20volets\\_0.pdf](https://www.eaudetoulousemetropole.fr/sites/g/files/dvc2771/files/document/2022/01/Plaquettes%20usines%20volets_0.pdf)

Eau en provenance de la Montagne noire : <http://www.i-emn.fr/fr/eau-potable/traitement/>

# La qualité de l'eau en 2021 à Toulouse



**1 186**  
analyses  
bactériologiques



**100 %**  
de conformité  
des eaux distribuées

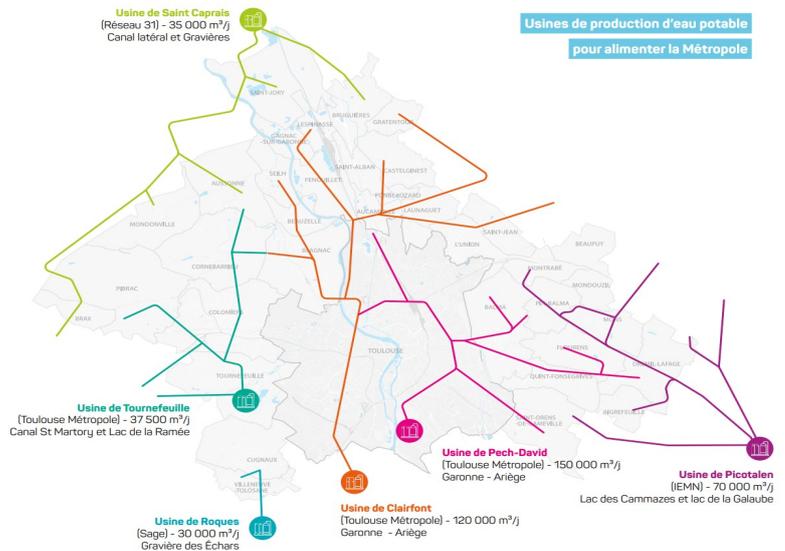


**231**  
analyses  
physico-chimiques

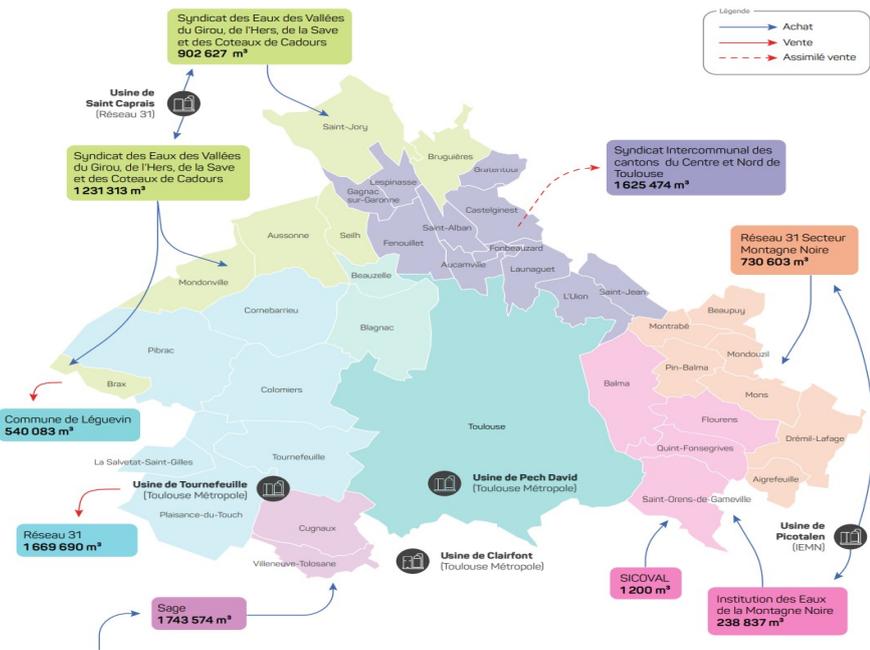
	VALEUR MOYENNE EAU DISTRIBUÉE	LIMITE DE QUALITÉ
Bactériologie	0	0
Nitrates	4,1 mg/l	50 mg/L
Pesticides	0,09 µg/l*	0,5 µg/L**
Aluminium	29 µg/l	200 µg/L

\* Moyenne de la somme des concentrations en pesticides mesurée.  
\*\* Pour la somme des pesticides recherchés.

A St-Orens, l'eau potable provient en partie de la Montagne noire et de la Garonne.  
La carte ci-contre indique les principaux réseaux de distribution à partir des usines de potabilisation. Ils sont interconnectés pour des raisons de sécurité d'approvisionnement. 95 % de l'eau consommée provient de la Garonne.



La seconde carte indique les volumes d'eau produits par les différentes usines :



## Le réseau d'adduction d'eau

Le rendement du réseau d'eau potable : 85,1 % en moyenne, mais très variable d'un secteur à l'autre, de 80,4 % à 97,8 %. Sur l'Occitanie, le rendement est de 74 %.

L'objectif est d'atteindre 88 % de rendement en 2031. Des techniques acoustiques permettent d'identifier les fuites des canalisations.

180 000 compteurs d'eau seront équipés de la téléreleve en 2024 et permettront de mieux suivre sa consommation.



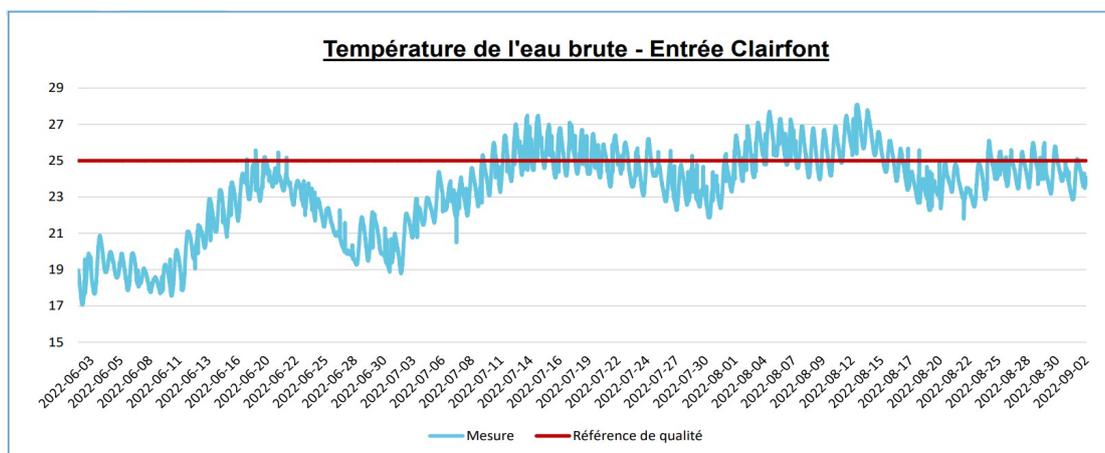
En 1995, la loi a interdit l'emploi du plomb dans la fabrication des canalisations d'eau potable. Les branchements plombs ont été remplacés suite à l'abaissement de la norme sur le plomb (<10 mg/litre depuis 2013).

Le plastique des canalisations d'adduction d'eau en PVC posées avant 1980 peuvent renfermer, comme toutes les fournitures en PVC de l'époque, de fortes teneurs résiduelles de CVM, classé cancérigène en 1987.

En 2015, sur Toulouse Métropole, 360 km de réseaux identifiés comme potentiellement à risque, 6km avec un risque élevé. Le seuil de concentration en CVM à ne pas dépasser est de 0,5 µg/litre.

## Les effets des canicules

L'élévation de la température des eaux de surface peut conduire à dépasser la valeur autorisée de 25°, car au-delà il y a un risque de développement bactérien. En cas de dépassement il est nécessaire de demander une dérogation à l'Agence Régionale de Santé



Dépassement de la référence de qualité pour la t° dès la mi-juin → demande de dérogation déposée le 17 juin auprès de l'ARS



Avec l'élévation des eaux de surface, il y a également le risque de développement de cyanobactéries pouvant libérer des toxines. Cela s'est produit au lac de la Ramée l'été dernier, alors que l'usine de Tournefeuille y pompait de l'eau.

Dans les deux cas, les traitements et les contrôles doivent être renforcés.

La raréfaction de la ressource a amené l'IEMM, fournissant l'eau pour les communes de l'Est toulousain, à ne pouvoir garantir l'approvisionnement, les réserves étant actuellement très basses.

## Faut-il privilégier des systèmes de filtration individuels ou acheter de l'eau en bouteille ?

Le goût de chlore de l'eau potable, l'inquiétude sur la qualité de l'eau (présence de pesticides, de micropolluants, ...) conduisent des usagers à rechercher des alternatives.

### Les osmoseurs

Ils proposent généralement trois niveaux de filtrations. Le premier filtre à particules (1 - 5 microns) va retenir les particules et les matières en suspension dans l'eau.

Ensuite un filtre à charbon actif élimine le chlore contenu dans l'eau.

La 3e étape est celle de l'osmose inverse, pour retenir les derniers éléments chimiques présents dans l'eau tels que les nitrates ou les résidus microscopiques, avec une membrane qui filtre des particules extrêmement fines d'un diamètre supérieur à 0,0001 micron.

Il est indispensable de changer tous les 6 mois les filtres et chaque année la membrane. Possibilité de reminéraliser l'eau (apport en calcium et magnésium).



### Les carafes filtrantes

Une cartouche à charbon actif absorbe le chlore et les résidus organiques.

Attention, si on veut ne pas que le filtre ne se transforme en nid à microbes, il faut changer cette cartouche toutes les quatre semaines pour les carafes, tous les trois mois pour les filtres à robinet, rappelle la revue 60 Millions de consommateurs.

L'autre bon réflexe consiste à changer l'eau très régulièrement, au moins tous les jours, car le filtre neutralise le chlore censé protéger l'eau des bactéries.



### L'eau en bouteille

Attention, sur 9 bouteilles d'eau analysées par Agir pour l'environnement, 7 contiennent des micro-plastiques.

Les quantités de ces particules sont souvent faibles mais très variables. Par exemple, une petite bouteille pour enfant de la marque Vittel en contient beaucoup plus que les autres.

À l'inverse, il n'y en a pas dans l'eau des bouteilles de marque Volvic.



Apparu en 1992, le PET (ou polytéréphtalate d'éthylène) a remplacé le PVC à la fin des années 1990, pour les bouteilles d'eau, réduisant d'un tiers le poids des bouteilles.

Nota : le plastique sous forme de polyéthylène téréphtalate ne se réutilise pas à l'infini.

A chaque cycle de transformation mécanique – le procédé le plus utilisé pour recycler le PET – la fibre perd de sa résistance. Du coup, il est impératif de la mélanger à de la fibre vierge.

La loi AGECE fixe un objectif de taux de collecte pour recyclage des bouteilles en plastique pour boisson de 77 % en 2025 et 90 % en 2029.

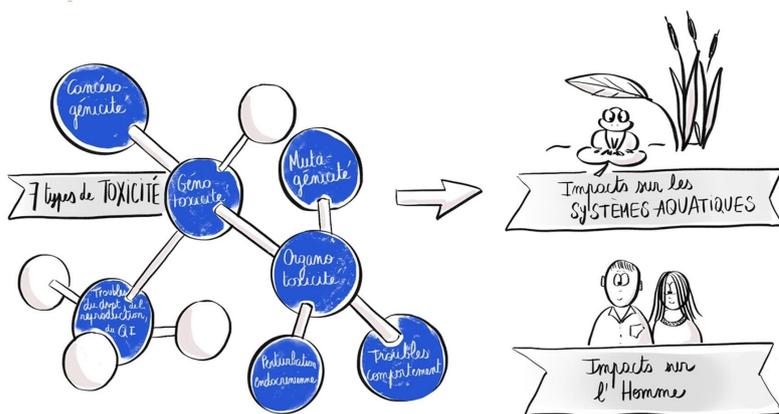
Mais seulement 59 % des bouteilles en plastique sont recyclées en France. La consigne est-elle la solution ?

Zero Waste France, Surfrider et cinq autres associations demandent son retour avec réemploi.



Publicité de Nestlé Waters

### L'impact des micropolluants présents dans l'eau

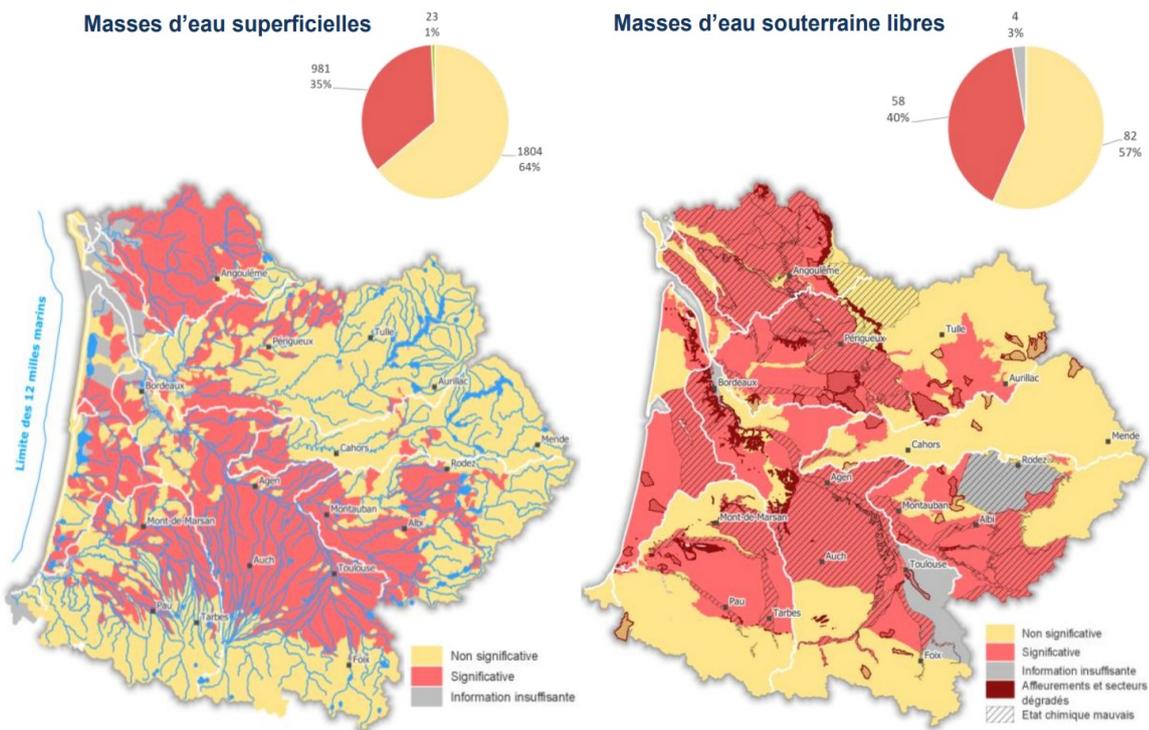


Leur impact provient peu de la toxicité aiguë (liée plutôt à des accidents ou des pollutions) mais de la toxicité chronique et des effets cocktails des substances.

Ce n'est plus la dose qui fait le poison mais son accumulation dans le temps et sa combinaison avec d'autres substances.

Il est difficile de définir des seuils réglementaires à ne pas dépasser, faute de connaissances scientifiques, vu la multiplicité des molécules présentes.

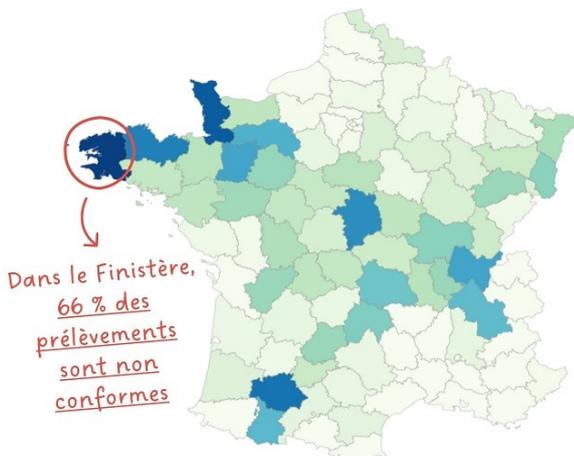
Les eaux de surface ainsi que les nappes phréatiques superficielles sont impactées par les produits phytosanitaires dans les zones d'agriculture intensive, les plans de réduction de leurs usages (Ecophyto) ayant été inefficaces.



Après avoir constaté récemment un dépassement des limites autorisées dans des eaux destinées à la consommation humaine, soit 0,1 microgramme par litre, l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses) vient d'interdire le S-métolachlore, herbicide utilisé dans la culture du maïs, du soja, du tournesol, "substance cancérigène suspectée" par l'Agence européenne des produits chimiques. Mais le ministre de l'Agriculture a demandé à l'Anses "une réévaluation de sa décision", le syndicat majoritaire FNSEA réclamant son maintien "faute d'alternatives" !

### Présence de l'ESA-métolachlore en France

Taux de prélèvements\* dépassant le seuil de l'ESA-métolachlore 0% 66%



Après le changement du seuil



Source : Ministère de la Santé

\*Prélèvements effectués en France entre le 01/01/2022 et le 31/08/2022



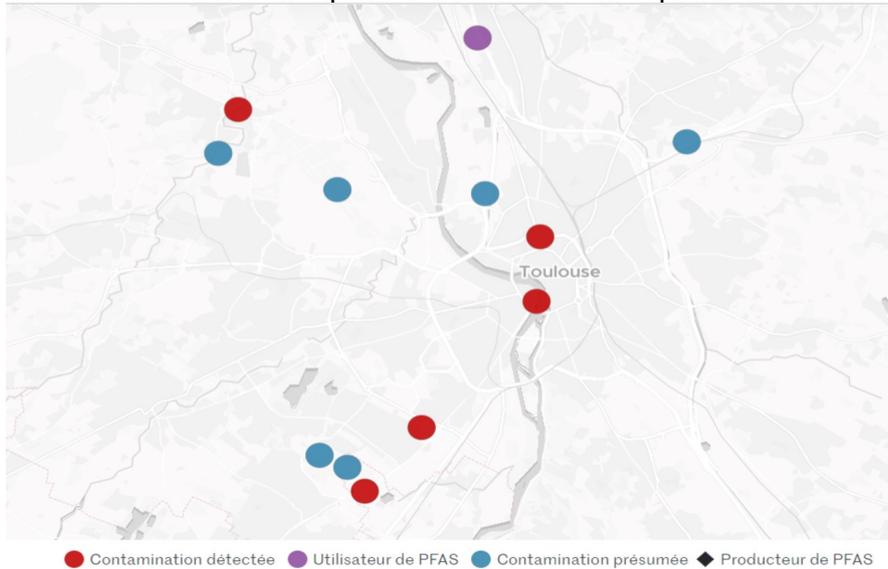
## Les polluants éternels

Ainsi surnommées, les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) sont des composés chimiques de synthèse ultra-toxiques. Invisibles à l'œil nu, ces molécules sont persistantes dans l'environnement et s'accumulent dans les organismes.

Elles comptent plusieurs milliers de molécules différentes, toutes de synthèse, dont plusieurs centaines font l'objet de multiples usages allant des émulsifiants pour la lutte contre les feux d'hydrocarbure au traitement de surface des métaux ou aux fluides hydrauliques.

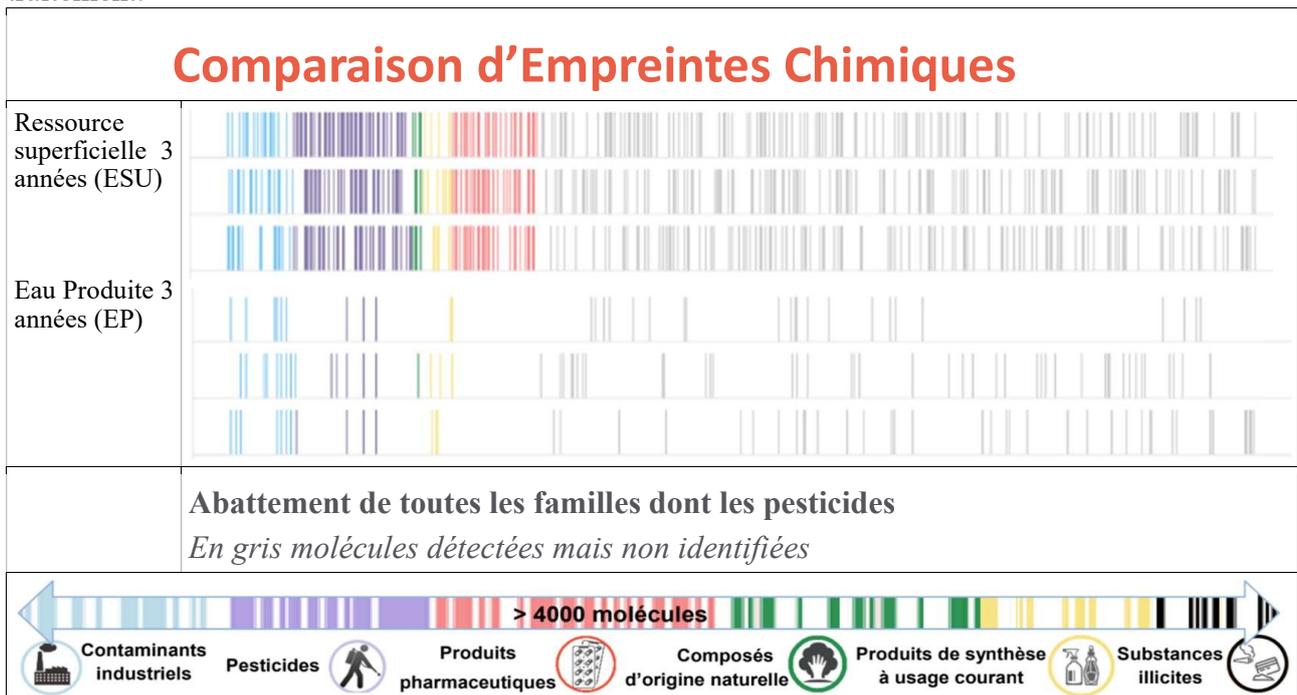
La France ne réglemente aucun PFAS dans le contrôle des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

C'est une enquête journalistique européenne qui rend compte de l'étendue de cette pollution, la carte ci-dessous indiquant les lieux de pollution dans l'agglomération toulousaine.



## L'analyse des eaux de surface

Toulouse Métropole finance un programme de recherche d'analyse des polluants présents dans l'eau pompée et dans l'eau sortant de l'usine de potabilisation, après traitement. Le schéma suivant présente un exemple d'analyse, avec les sources des différents polluants et leur réduction après traitement.



Cette étude sera réalisée en parallèle avec des tests *in vivo* et *in vitro* par un laboratoire de recherche toulousain, pour évaluer l'impact des eaux traitées et non traitées, prenant en compte les effets cocktail :

La solution ScreenTox, basée sur l'utilisation de bioessais *in vitro* et/ou *in vivo*, est conçue pour évaluer en parallèle deux types d'écotoxicité: **l'écotoxicité globale et l'écotoxicité spécifique.**



### Des évolutions réglementaires

Suite à une initiative européenne Right2Water qui a réuni 1,5 millions de signature en 2012, pour garantir et fournir à tous les citoyens l'assainissement et une eau saine et potable en suffisance, l'exécutif européen l'a inscrit dans son programme politique et a lancé la révision de la directive Eau potable.

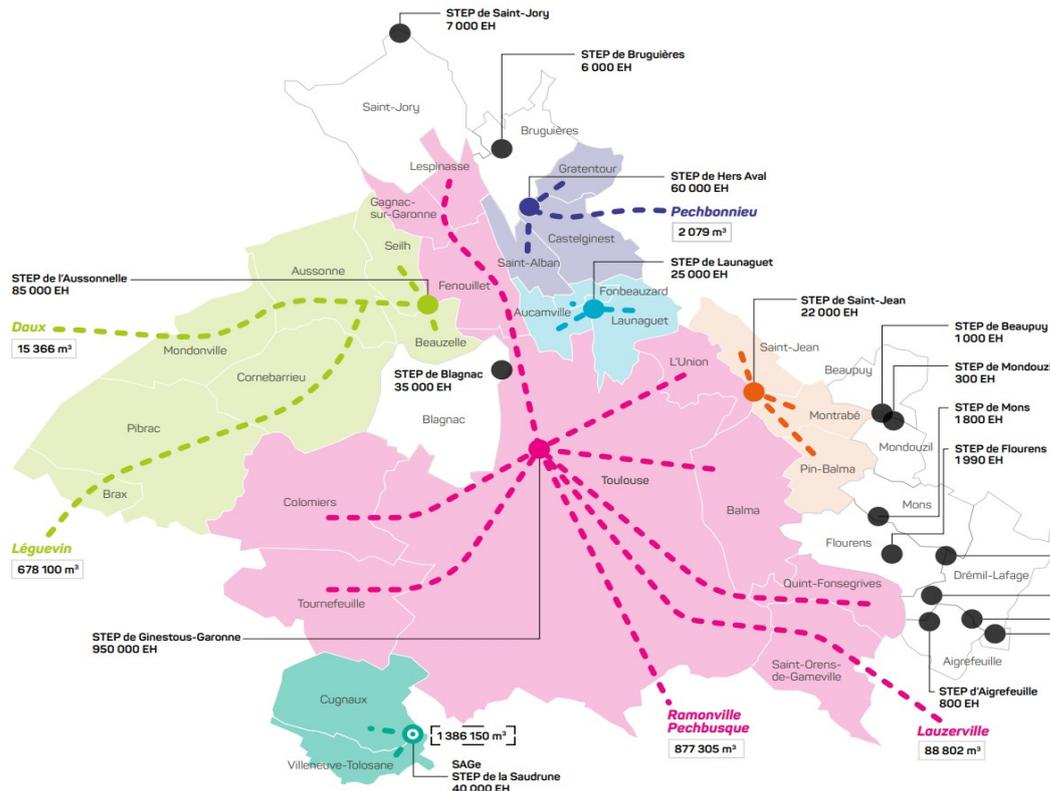
Cette nouvelle directive 2020/2184 a été publiée le 16 décembre 2020 et impose :

- la réaffirmation de l'accès à l'eau potable pour tous dans tous les territoires, avec des rendus réguliers à la Commission européenne sur cette mise en œuvre effective ;
- la révision des paramètres à surveiller dans l'eau, avec l'intégration de nouveaux paramètres, tels que les composés perfluorés ;
- la révision des exigences de qualité associées à ces paramètres ;
- la mise en place de plans de gestion de la sécurité sanitaire des eaux, du captage jusqu'au robinet du consommateur, pour l'ensemble des acteurs concernés ;
- une meilleure information sur la qualité de l'eau potable, pour tous les usagers.

Une ordonnance du 22 décembre 2022, transpose cette directive 2020/2184 du 16 décembre 2022, relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, dont l'objectif est de protéger la santé humaine des risques de contamination des eaux potables.

A Toulouse, Projet Qualité + a pour objet la modernisation des usines d'eau potable pour intégrer les exigences de la directive

## Le traitement des eaux usées



Une station d'épuration (STEP) élimine les polluants de l'eau à travers quatre procédés :

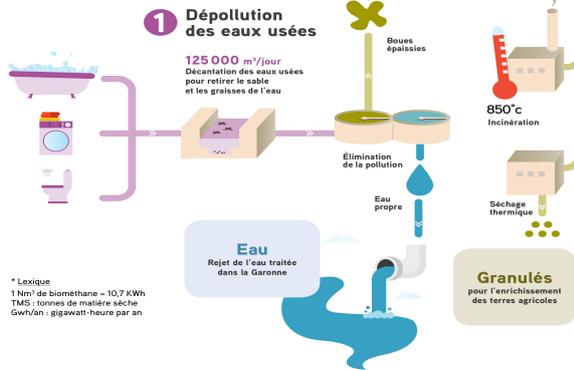
- Traitement mécanique qui élimine les déchets par tamisage et décantation.
- Traitement biologique qui élimine les matières organiques et minérales par la culture microbienne.
- Traitement chimique qui élimine les substances dangereuses par l'ajout de produits chimiques.
- Désinfection par UV, ozonisation ou par le chlore qui tue les germes pathogènes.

Voir le schéma de fonctionnement d'une STEP :

<https://www.energie-environnement.ch/maison/eau-potable-et-eaux-usees/station-d-epuration/>

# USINE DE GINESTOUS GARONNE, PRODUIRE DU GAZ À PARTIR DES EAUX USÉES

Au début de l'année 2020, l'usine de dépollution des eaux usées de Ginestous-Garonne sera complétée par un dispositif de méthanisation des boues et de valorisation du biogaz. Il permettra de diminuer de moitié le volume des boues à traiter et d'injecter le gaz produit dans le circuit de GRDF.



\* Lexique  
1 Nm<sup>3</sup> de biométhane = 10,7 kWh  
TMS: tonnes de matière sèche  
Gwh/an: gigawatt-heure par an

**NOUVEAU EN 2020**

**2 Méthanisation des boues**

15 400 TMS<sup>3</sup>/an à 140°C → 7 550 TMS<sup>3</sup>/an à 37°C

soit 51% de boues à traiter en moins

Suppression de la compostière

**3 Production d'énergie**

66% méthane  
34% autres gaz

3% biogaz  
97% méthane

**GRDF**  
50 GWh/an  
Injecté dans le circuit GRDF pour un revenu estimé d'environ 3,75 millions d'euros/an

**Un plan zéro odeur**  
La production d'énergie va générer un revenu de 3,75 M€ euros environ. Ce budget va participer à la mise en place de ce plan :

- 1 - Renforcement de l'isolation des équipements émettant des mauvaises odeurs ;
- 2 - Modernisation de la désodorisation ;
- 3 - Suivi et diagnostic des odeurs en temps réel ;
- 4 - Suppression de la compostière de boues ;
- 5 - Suppression du stockage à l'air libre des granulés.

Par ailleurs, le sécheur thermique va également être renouvelé (11,9 M d'euros).

**Grâce à la méthanisation des boues - 10 000 tonnes de CO<sub>2</sub>/an**  
soit l'équivalent de 4 700 voitures en moins ou la capacité d'absorption de CO<sub>2</sub> par 500 000 arbres

Les tonnes de matières sèches (TMS) et les quantités de biogaz sont des estimations pour 2021

Une station d'épuration produit 2 litres de boues résiduelles par habitant et par jour. Ces boues peuvent être utilisées en agriculture comme engrais, car elles contiennent des quantités non négligeables de matières organiques et d'éléments fertilisants (azote, phosphore...) Une fois sèches, elles peuvent également être incinérées ou mises en décharge (solution plus coûteuse).



Il est possible de produire du compost, en mélangeant les boues avec des déchets végétaux, devant répondre à une norme NF U 44-095, respectant des teneurs en organismes pathogènes et en métaux lourds plus strictes que les seuils réglementaires des boues autorisées à l'épandage.



La station de Ginestous, située au nord-ouest de Toulouse au bord du périphérique, traite les eaux usées de 76 % des habitants de la métropole, soit 160 000 m<sup>3</sup>/jour.

La méthanisation des boues permet de produire de l'énergie et de réduire leur volume.



### La réutilisation des eaux usées

Cette réutilisation est une solution envisagée dans un contexte de raréfactions de la ressource en eau.

Pour quels usages ?

- Arrosage (golf, espaces verts, maraichage, agricole)
- Nettoyage voiries ou nettoyage des canalisations d'assainissement
- Recharge des nappes phréatiques

L'unité de traitement produit 60 m<sup>3</sup>/h actuellement, facturée 90 centimes/m<sup>3</sup>, alors que le prélèvement dans le milieu revient à 20-30 centimes/m<sup>3</sup>.

